

ROBOT CONTROLLER

Publication number: JP2000039911

Publication date: 2000-02-08

Inventor: MORI NOBUHITO

Applicant: MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD

Classification:

- international: **B25J19/06; G05B19/18; G05B19/19; G05B19/4155;**
B25J19/06; G05B19/18; G05B19/19; G05B19/4155;
 (IPC1-7): G05B19/4155; B25J19/06; G05B19/18;
 G05B19/19

- european:

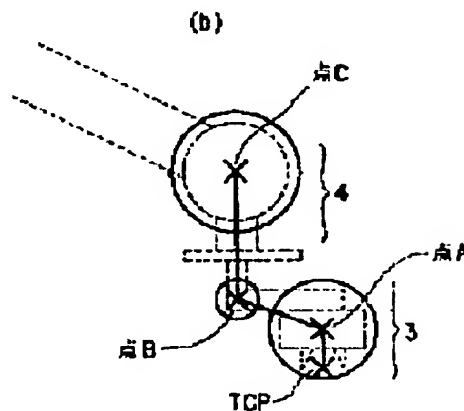
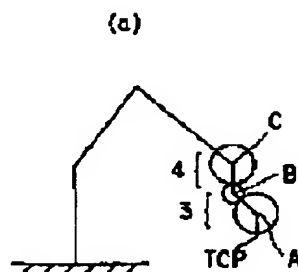
Application number: JP19980206051 19980722

Priority number(s): JP19980206051 19980722

Report a data error here

Abstract of JP2000039911

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a robot controller which can check whether or not interference is caused without extremely limiting the strict positioning movable area of a work. **SOLUTION:** A robot hand part 3 is modeled with spheres having their centers at tip points A, B, and C and beams connecting the centers of the spheres, the movable area of the robot hand part 3 is set according to the shape of a box 5, and in the said movable areas, the movable areas of respective axes are further limited according to the positions and attitudes of the spheres and the beams.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-39911

(P2000-39911A)

(43) 公開日 平成12年2月8日 (2000.2.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 5 B 19/4155		G 0 5 B 19/403	T 3 F 0 5 9
B 2 5 J 19/06		B 2 5 J 19/06	5 H 2 6 9
G 0 5 B 19/18		G 0 5 B 19/19	M
19/19		19/18	D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-206051

(22) 出願日 平成10年7月22日 (1998.7.22)

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 森 宣仁

東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会
社明電舎内

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎 (外2名)

Fターム(参考) 3F059 AA01 BA03 CA06 FC02

5H269 AB21 AB33 BB14 CC09 DD05

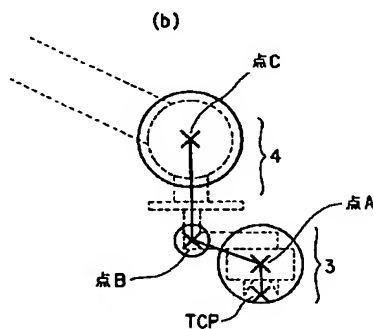
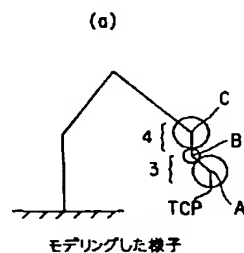
NN18

(54) 【発明の名称】 ロボット制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ワークの厳密な位置決め可動領域の極端な制限なく干渉の有無をチェックできるロボット制御装置を提供する。

【解決手段】 ロボットハンド部分3を端点A, B, Cを中心とした球とこの球の中心とおしをつないだビームとでモデル化すると共に上記ロボットハンド部分3の可動領域を上記箱5の形状から設定し、上記可動領域内にあって上記球とビームの位置と姿勢から各々の上記軸の可動領域を更に限定したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロボットと物との干渉を防止するロボットの制御装置において、
 ロボットハンド部分を球とこの球の中心とおしをつないだビームとでモデル化すると共に上記ロボットハンド部分の可動領域を上記物の形状から設定し、
 上記可動領域内にあって上記球とビームの位置と姿勢から各々の上記軸の可動領域を更に限定した、
 ことを特徴とするロボット制御装置。

【請求項 2】 上記ビームと上記物の形状の境界線との交点を割り出し可動領域を更に限定したことを特徴とする請求項 1 記載のロボット制御装置。

【請求項 3】 上記ビームの太さと傾きとを加味して上記可動領域を更に限定したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のロボット制御装置。

【請求項 4】 ロボット作業中での経路上にて上記可動領域のチェックを行なうようにしたことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載のロボット制御装置。

【請求項 5】 上記可動領域移動中干渉領域への到達前は、速度を制限して運転するようにした請求項 4 記載のロボット制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば箱内のものをピックアップするときロボットと箱との干渉を防止するロボット制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、教示されたとおりに動作するティーチングプレイバック方式のロボットにおいては、教示の際に周辺との干渉がなければ、全く問題なく作業を行なうことができ、また自立型のロボットにおいても干渉物がなければ問題は無い。このことは、例えばピックアップ作業を行なうに当たっても同様であるが、対象となるワークを位置決めしてピックアップしているため、干渉について問題になることが少ない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このピックアップ作業ひとつをとっても、ワークの位置決め作業は面倒であり、位置決めシステムの構成が複雑になるという問題を有している。また、別の方策として厳密なワークの位置決めを行なうことなく画像処理によってワークの位置・姿勢を検出し、この結果によりロボットがピックアップ作業を行なうこともあるが、この画像処理による場合には干渉防止のため可動領域を極端に制限している。

【0004】本発明は、上述の問題に鑑み、ワークの厳密な位置決めをせず仮に画像処理をするとしても、可動領域を極端に制限しないように可動領域を定めるロボット制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成する本発明は、次の発明特定事項を有する。第 1 の発明は、ロボットと物との干渉を防止するロボットの制御装置において、ロボットハンド部分を球とこの球の中心とおしをつないだビームとでモデル化すると共に上記ロボットハンド部分の可動領域を上記物の形状から設定し、上記可動領域内にあって上記球とビームの位置と姿勢から各々の上記軸の可動領域を更に限定した、ことを特徴とする。

【0006】第 2 の発明は、第 1 の発明にあって、上記ビームと上記物の形状の境界線との交点を割り出し可動領域を更に限定したことを特徴とする。

【0007】第 3 の発明は、上記第 1 又は第 2 の発明にあって、上記ビームの太さと傾きとを加味して上記可動領域を更に限定したことを特徴とする。

【0008】第 4 の発明は、上記第 1、第 2 又は第 3 の発明にあって、ロボット作業中での経路上にて上記可動領域のチェックを行なうようにしたことを特徴とする。

【0009】第 5 の発明は、上記第 4 の発明にあって、上記可動領域移動中干渉領域への到達前は、速度を制限して運転するようにしたことを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】ここで、図 1 ないし図 9 を参照して本発明の実施の形態の一例を説明する。図 1 は、

(a) にてロボットの一例の全体の模式図と (b) にて先端の手首部とロボットハンド部分を示したものである。図 1 では、ロボットアーム 1 の先端にピックアップの把持部 2 を有するロボットハンド部分 3 を有しており、この図 1 を基にして手首部 4 とハンド部 3 とをビームにて模擬して端点（頂点部）や、部材を内包あるいは近似できるように球を配置したモデルを作成する。

【0011】すなわち、図 2 に示すように手首部 4 の回転軸を端点 C を中心に球を設定し、ついでハンド部 3 の端点（回転軸ではないが頂点）B を中心として球を設定し、更にハンド部 3 の把持部中心を端点 A として球を設定し、これら軸 C、B、A を結びビームとする。この場合、TCP は Tool Center Point の略であり、ハンド先端を指す。

【0012】かかる球及びビームの設定は、物体との干渉の有無の点を考慮して行なわれ、関節の軸心や角・頂点に端点を設定し、球の半径を回転軸の半径、部材を内包する球の半径の如く設定する。そして、この球やビームの設定によりロボットをモデル化することができ干渉の有無に当り比較的少ない演算量による処理が可能となる。

【0013】一方、例えばワークのピックアップに当り、干渉の対象となる物を指定する。例えば図 3 に示す箱 5 を指定し、この箱 5 にあわせて座標系（ワークフレームと称す）を設定する。ついで、この箱 5 の形状によって可動領域を設定する。図 3 の如く直角座標系において、

図4の如き箱内部と箱上方での可動領域は次の条件となる。

箱内部

$$0 \leq x \leq x_{\max}$$

$$0 \leq y \leq y_{\max}$$

$$0 \leq z \quad \dots (1)$$

箱上方

$$x < 0, x_{\max} < x$$

$$y < 0, y_{\max} < y$$

$$z_{\max} < z \quad \dots (2)$$

【0014】箱内部や箱上方の座標はこの図3、図4の例ではワークフレームに係るものであるが、図2に示すロボット側のハンド先端TCPの位置・姿勢を基準にして必要な座標変換を行なう必要がある。例えば、座標系としては、ロボットを基準とした座標系、ワークを基準とした座標系あるいは画像処理の場合には画像処理装置の持つ座標系があり、別の座標系を一致させる作業が必要である。この例では、ハンド先端TCPの位置・姿勢が与えられた場合、図2のA、B、C各点のワークフレーム上での位置・姿勢を求めることになる。ワークフレームにおけるハンド先端TCPの位置と姿勢を ${}^W T_P$ として与えられた場合、 ${}^W T_P$ をTCPからツールフレームへの変換行列、 ${}^W T_A$ 、 ${}^W T_B$ 、 ${}^W T_C$ をツールフレームでの点A、B、Cの位置・姿勢としたとき、ワークフレームでの点A、B、Cは次のようになる。

$${}^W T_A = {}^W T_P \cdot {}^P T_T \cdot {}^T T_A$$

$${}^W T_B = {}^W T_P \cdot {}^P T_T \cdot {}^T T_B$$

$${}^W T_C = {}^W T_P \cdot {}^P T_T \cdot {}^T T_C \quad \dots (3)$$

【0015】このようにして求めた点A、B、Cは、前述の箱内部及び箱上方に存在することとなる。この条件は球の半径 r_A 、 r_B 、 r_C を加味すると、上式(1)

(2)は次式となる。

<点Aについて>

(箱内の可動領域)

$$r_A \leq x \leq x_{\max} - r_A$$

$$r_A \leq y \leq y_{\max} - r_A$$

$$r_A \leq z$$

また、(箱外の可動領域)

$$x < -r_A, x_{\max} + r_A < x$$

$$y < -r_A, y_{\max} + r_A < y$$

$$z_{\max} + r_A \leq z$$

【0016】<点Bについて>

(箱内の可動領域)

$$r_B \leq x \leq x_{\max} - r_B$$

$$r_B \leq y \leq y_{\max} - r_B$$

$$r_B \leq z$$

また、(箱外の可動領域)

$$x < -r_B, x_{\max} + r_B < x$$

$$y < -r_B, y_{\max} + r_B < y$$

$$z_{\max} + r_B \leq z$$

【0017】<点Cについて>

(箱内の可動領域)

$$r_C \leq x \leq x_{\max} - r_C$$

$$r_C \leq y \leq y_{\max} - r_C$$

$$r_C \leq z$$

また、(箱外の可動領域)

$$x < -r_C, x_{\max} + r_C < x$$

$$y < -r_C, y_{\max} + r_C < y$$

$$z_{\max} + r_C \leq z$$

10 【0018】以上のようにして端点A、B、Cが上記条件を満たす x 、 y 、 z の範囲内であれば干渉が生じない。つまり、点A、B、Cの位置を求めてこの位置が可動領域内にあるかどうかを判断している。

【0019】上述の説明では半径 r_A 、 r_B 、 r_C を加味した点A、B、Cが可動領域内にあるか否かの判定手順を述べたが、ビームについても同様に干渉が考えられる。図5に示すように点Aと点Bを結ぶビームと箱5の側壁を含む平面との交点が z_{\max} 以下の場合には干渉が生じ、また点Cと点Bとを結ぶビームについても図6に示すように干渉が生ずる。したがって、これらビームと箱5の側壁面との干渉を判断する必要が生ずる。

【0020】更には、図2、図5、図6に示すモデル化したビームでは、その太さを考慮していない。このため、実際上はモデル化したビームでは干渉が生ずるおそれがある。したがってビームを円柱にてモデル化してビームの太さを考慮する。すなわち、円柱の半径 r とするとき、上述の図5、図6に示すビームの干渉チェックにおいては、ビームとの交点が $z_{\max} + r < z$ の条件を満たすことにより、干渉しないようにしている。

30 【0021】更に、図7に示すようにビームと箱5の側壁を含む平面との交点が上式 $z_{\max} + r < z$ の条件を満たす場合でも、ビームが箱5に対して傾斜して位置するときには、干渉が起こり得る。このため、ビームと箱5の側壁を含む平面とが交わる角度 θ を求めて図7に示す長さ l を求めるようにしている。つまり、図7に示すようにビームと箱5とが干渉する限界は、角度 θ が決まると $l = r / \cos \theta$ が決まるので、この l が $z_{\max} + (r / \cos \theta) < z$ を満たす条件となる。

40 【0022】上述のこれまでの説明は、点A、B、C及びこれらをつなぐビーム、ビームの太さ、ビームの傾きを考慮した干渉の判断を行なうものであるが、この判断はロボットの動作開始前の目標点について干渉があるかどうかにつき行なっている。しかし、目標点が仮に動作可能範囲であっても目標点に到る経路上にて干渉が生ずる可能性がある。このため、経路上にてリアルタイムに上述のチェックを行なうようにすれば、確実に干渉を防ぐことができる。

50 【0023】上述の経路上にて、すなわち移動中に干渉が生ずるような場合、機器の損傷を最小限にするためには、エリアセンサやタッチセンサを設けてロボットと箱

との干渉を監視し、干渉が発生した場合、速やかにロボットを停止させることが考えられる。しかし、安全性を更に向上させるべくリアルタイムの各チェック点において干渉領域までの距離のうち最小値を用いて動作速度を制限する。つまり、点A、B、Cにて図8に示すように可動領域境界までの距離（干渉領域までの距離）を求めると、点Aの場合、x軸に沿った片方の壁にて $x_A - r_A$ 、他の片方の壁にて $(x_{max} - r_A) - x_A$ が零でないとき、y軸に沿った片方の壁にて $y_A - r_A$ 、他の片方の壁にて $(y_{max} - r_A) - y_A$ が零でないとき、更にはz軸に沿った $z_A - r_A$ が零でないときは、いずれも干渉は生ぜず干渉領域までの距離を求めることができる。

【0024】また、図9に示すようにビームに関して可動領域境界までの距離を求めると、 z_{max} よりビーム座標値が大きい場合 $(z - z_{max})$ 、 r を加味してビーム座標値が大きい場合 $(z - (z_{max} + r))$ 、 r と傾きを加味してビーム座標値が大きい場合 $(z - (z_{max} + r / \cos \theta))$ には、干渉は生ぜず干渉領域までの距離を求めることができる。

【0025】一方、減速開始距離 l_0 を設定し前述の如く求めた干渉領域までの距離 l がこの減速開始距離 l_0 より大きい場合速度の制限をせずに運転し、 l_0 より小さい場合には例えば下記の式にて速度を制限する。指定速度を v_p 、最低速度を v_{min} 、運転速度を v とすると、 $v = (l / l_0) v_p$ 、この v が $v < v_{min}$ のとき $v = v_{min}$ とする。この結果、干渉した場合の機器の損傷を最小限に抑えることができる。

【0026】

*

＊【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、ロボットと物との干渉を防止するロボットの制御装置において、ロボットハンド部分を端点を中心とした球とこの球の中心とおしをつないだビームとでモデル化すると共に上記ロボットハンド部分の可動領域を上記物の形状から設定し、上記可動領域内にあって上記球とビームの位置と姿勢から各々の上記軸の可動領域を更に限定したことにより、予め干渉の有無をチェックできるので、機器の損傷もなく、また単純なモデルにて干渉の有無をチェックすることができ、このためワークの厳密な位置決め、可動領域の極端な制限がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ロボットの説明図。

【図2】モデリングした説明図。

【図3】箱の説明図。

【図4】可動領域の説明図。

【図5】ビーム干渉状態図。

【図6】ビーム干渉状態図。

【図7】アーム干渉の説明図。

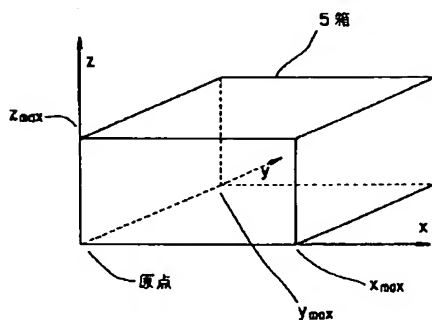
20 【図8】干渉領域までの説明図。

【図9】ビームの干渉領域までの説明図。

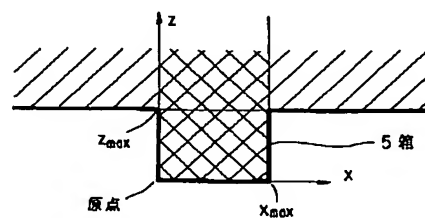
【符号の説明】

- 1 ロボットアーム
- 2 把持部
- 3 ロボットハンド部分
- 4 手首部
- 5 箱
- A, B, C 端点

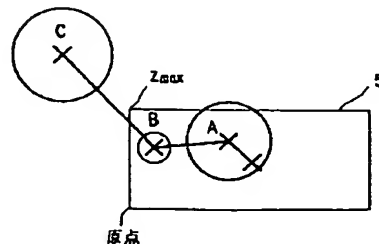
【図3】



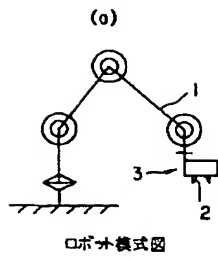
【図4】



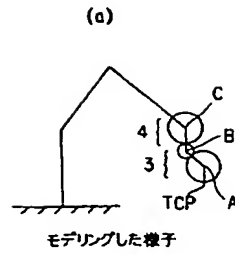
【図6】



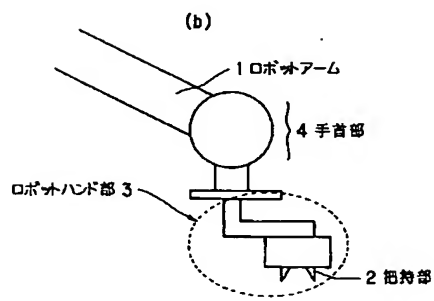
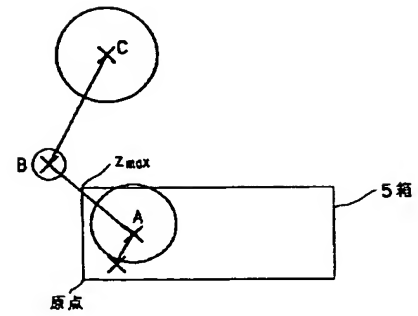
【図1】



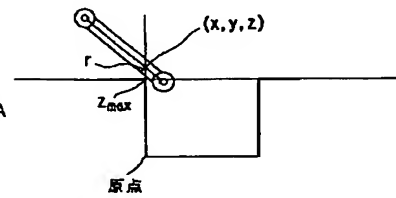
【図2】



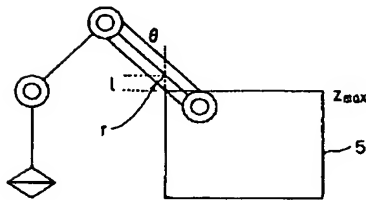
【図5】



【図9】



【図7】



【図8】

